

CLEANING METHOD OF HEAVY METALS-CONTAINING SOIL BY PLANT

Publication number: JP2001276801

Publication date: 2001-10-09

Inventor: MANABE EIJI; UCHIYAMA YASUHIRO; KAMIYA TAKASHI; MARUTA TOSHIHISA; KUBOTA MASATSUGU

Applicant: TAIHEIYO CEMENT CORP

Classification:

- **international:** *A01G7/00; A62D3/00; B09C1/10; A01G7/00; A62D3/00; B09C1/10; (IPC1-7): B09C1/10; A01G7/00; A62D3/00*

- **european:**

Application number: JP20000097155 20000331

Priority number(s): JP20000097155 20000331

Report a data error here

Abstract of JP2001276801

PROBLEM TO BE SOLVED: To make efficiently cleanable a heavy metals-containing soil. **SOLUTION:** The cleaning method for the heavy metals-containing soil consists of combiningly planting at least ≥ 2 kinds of plants having ability to absorb heavy metals and varying in growing characteristics into the metals- containing soil.

Data supplied from the **esp@cenet** database - Worldwide

(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2001-276801

(P2001-276801A)

(43)公開日 平成13年10月9日 (2001.10.9)

(51)Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テ-マコ-ト(参考)
B 0 9 C 1/10	ZAB	A 0 1 G 7/00	6 0 2 Z 2 E 1 9 1
A 0 1 G 7/00	6 0 2	A 6 2 D 3/00	ZAB 4 D 0 0 4
A 6 2 D 3/00	ZAB	B 0 9 B 3/00	ZAB E

審査請求 未請求 請求項の数10 OL (全 7 頁)

(21)出願番号 特願2000-97155(P2000-97155)

(22)出願日 平成12年3月31日 (2000.3.31)

(71)出願人 000000240
太平洋セメント株式会社
東京都千代田区西神田三丁目8番1号
(72)発明者 真部 永地
千葉県佐倉市大作二丁目4番2号 太平洋
セメント株式会社佐倉研究所内
(72)発明者 内山 康広
千葉県佐倉市大作二丁目4番2号 太平洋
セメント株式会社佐倉研究所内
(74)代理人 100068700
弁理士 有賀 三幸 (外4名)

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 重金属類含有土壌の植物による浄化方法

(57)【要約】

【解決手段】 重金属類含有土壌に、重金属類を吸収する能力を有し、生育特性が異なる少なくとも2種類以上の植物を組み合せて植栽することを特徴とする重金属類含有土壌の浄化方法。

【効果】 重金属類含有土壌を効率良く浄化することができる。

【特許請求の範囲】

【請求項1】 重金属類含有土壌に、重金属類を吸収する能力を有し、生育特性が異なる少なくとも2種類以上の植物を組み合せて植栽することを特徴とする重金属類含有土壌の浄化方法。

【請求項2】 生育特性が異なる少なくとも2種類以上の植物の組み合せが、主な根の分布領域が異なる少なくとも2種類以上の植物の組み合せ、及び／又は主な生育時期が異なる少なくとも2種類以上の植物の組み合せである請求項1記載の浄化方法。

【請求項3】 主な根の分布領域が異なる少なくとも2種類以上の植物の組み合せが、地被植物の1種類以上と浅根性植物の1種類以上との組み合せである請求項2記載の浄化方法。

【請求項4】 主な根の分布領域が異なる少なくとも2種類以上の植物の組み合せが、地被植物の1種類以上と深根性植物の1種類以上との組み合せである請求項2記載の浄化方法。

【請求項5】 主な根の分布領域が異なる少なくとも2種類以上の植物の組み合せが、浅根植物の1種類以上と深根性植物の1種類以上との組み合せである請求項2記載の浄化方法。

【請求項6】 主な根の分布領域が異なる少なくとも2種類以上の植物の組み合せが、地被植物の1種類以上、浅根植物の1種類以上及び深根性植物の1種類以上の組み合せである請求項2記載の浄化方法。

【請求項7】 主な生育時期が異なる少なくとも2種類以上の植物の組み合せが、秋蒔き1年草に属する植物の1種類以上と、落葉樹、宿根草及び春蒔き1年草に属する植物から選ばれる1種類以上との組み合せである請求項2記載の浄化方法。

【請求項8】 主な生育時期が異なる少なくとも2種類以上の植物の組み合せが、常緑樹又は常緑多年草に属する植物の1種類以上と、落葉樹、宿根草及び春蒔き1年草に属する植物から選ばれる1種類以上との組み合せである請求項2記載の浄化方法。

【請求項9】 主な生育時期が異なる少なくとも2種類以上の植物の組み合せが、常緑樹又は常緑多年草に属する植物の1種類以上と、秋蒔き1年草に属する植物から選ばれる1種類以上との組み合せである請求項2記載の浄化方法。

【請求項10】 主な生育時期が異なる少なくとも2種類以上の植物の組み合せが、常緑樹又は常緑多年草に属する植物の1種類以上と、落葉樹、宿根草及び春蒔き1年草に属する植物から選ばれる1種類以上と、秋蒔き1年草に属する植物の1種類以上との組み合せである請求項2記載の浄化方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、重金属類含有土壌

の植物による浄化方法に関する。

【0002】

【従来の技術】重金属類含有土壌の浄化には、覆土法や客土法が一般的に用いられている。しかし覆土法は、重金属類含有土壌の表土の拡散を防止するだけ、客土法は、該土壌を移動させるだけの方法であり、根本的な解決策ではなかった。

【0003】また、重金属類含有土壌の封じ込め技術として、固化剤による不溶化や高電圧通電によるガラス化不溶化処理が開発されているが、封じ込め処理した土壌はその性状を大きく変化させ2次利用に耐えないばかりか、重金属類を単に不溶化しただけで根本的な浄化とは言い難く、特に後者の場合の費用は莫大である。

【0004】重金属類含有土壌における重金属類の根本的な抽出除去法として、水洗法や加熱気化による浄化法が開発され実施されつつあるが、この場合には土の掘削や移動を伴うため、処理の公的認知を得ることが困難であり、費用も莫大であった。

【0005】このような化学的又は物理的技術に対し、植物を用いた環境浄化、いわゆるファイトレメディエーションを重金属類含有土壌の浄化に適用した場合、重金属類を濃縮した植物を収穫除去することで重金属類を抽出でき、しかも原位置で浄化できる手法として期待されている。また、他の技術と比較して低成本で処理でき、しかも処理後の土壌の性状を著しく変化させることなく浄化できるという利点がある。

【0006】また、重金属類を濃縮した植物を収穫除去しない場合でも、重金属類含有土壌から溶出してくる重金属類を根が吸収固定することによる重金属類溶出拡散防止効果や、植物体自体の重金属類含有土壌被覆効果、すなわち風雨による重金属類の拡散の防止効果、あるいは緑化による修景ができるから、重金属類含有土壌のファイトレメディエーションは画期的な浄化法として注目されている。

【0007】しかしながら、従来の植物を用いた浄化方法では、重金属類含有土壌全体に根を行き渡らせることが困難であり、また浄化に時間がかかり、一定期間内に所定の基準までに浄化できない等の問題もあり、より効率的かつ確実な浄化方法が望まれていた。

【0008】

【発明が解決しようとする課題】従って、本発明の目的は、重金属類含有土壌を、ファイトレメディエーションにより、効率的に浄化する方法を提供することにある。

【0009】

【課題を解決するための手段】そこで本発明者らは、植物の生育特性、例えば根の分布領域、生育時期等の特性について種々検討した結果、単に重金属類の吸収能力を有する植物を用いるのではなく、これらの生育特性の異なる2種類以上の植物を組み合せて用いれば、重金属類含有土壌を効率良くかつ確実に浄化できることを見出

し、本発明を完成した。

【0010】すなわち、本発明は、重金属類含有土壤に、重金属類を吸収する能力を有し、生育特性が異なる少なくとも2種類以上の植物を組み合せて植栽することを特徴とする重金属類含有土壤の浄化方法を提供するものである。

【0011】

【発明の実施の形態】本発明で浄化対象となる重金属類含有土壤とは、鉛、カドミウム、ヒ素等の重金属元素の単体、化合物又はイオンを含有する土壤をいい、例えば平成3年環境庁告示第46号に掲げる方法によって測定される重金属類の溶出量が土壤環境基準を超える土壤や、土壤1kg当たり鉛重量で400mg以上の鉛を含有する鉛含有土壤、土壤1kg当たりカドミウム重量で2mg以上のカドミウムを含有するカドミウム含有土壤、土壤1kg当たりヒ素重量で30mg以上のヒ素を含有するヒ素含有土壤等の土壤に好適に適用することができる。

【0012】本発明の浄化方法に用いる植物は、重金属類を吸収する能力を有する植物であって、生育特性が異なる少なくとも2種類以上の植物である。当該生育特性としては、主な根の分布領域、主な生育時期等が挙げられる。従って、生育特性が異なる少なくとも2種類以上の植物の組み合せとしては、(1)主な根の分布領域が異なる少なくとも2種類以上の植物の組み合せ、(2)主な生育時期が異なる少なくとも2種類以上の植物の組み合せが挙げられる。より効率的に浄化を行なうには、さらにこれら(1)及び(2)の植物を適宜組み合せて植栽するのが好ましい。

【0013】まず、(1)主な根の分布領域が異なる少なくとも2種類以上の植物を組み合せる場合について説明する。植物を根の伸長様式、特に根の分布深度に着目したとき、主に表土に根を伸長する地被植物、主に中層土に根を伸長する浅根性植物、及び根が地中深くまで到達する深根性植物に分類できる。地被植物は地上部が地表面を覆うことにより地表の乾燥を防ぎ、根を地表にまで分布させる。地表から10cmまでの表土、特に5cmまでに密に根を分布するが、20cm以深にはほとんど根が伸長しない。一方、浅根性植物や深根性植物の場合、乾燥しやすい地表面には根を伸長できない。浅根性植物は主に地表から5~20cmに根を伸長し、地表から40cmまでは根を分布するが、40cm以深にはほとんど根を伸長しない。深根性植物は地表から5~20cmの中層土にも根を分布するが、浅根性植物に比して根の分布密度は低く、しかし40cm以上の深層土にまで根を分布する。

【0014】重金属類含有土壤においてファイトレメディエーションを実施するにあたっては、地被植物のみを適用すると地中深くの汚染を浄化することができず、浅根性植物や深根性植物のみを用いた場合には、反対に表土の浄化ができない。従って、主な根の分布領域が異なる2種類以上の植物、例えば地被植物の1種類以上と浅

根性植物の1種類以上との組み合せ；地被植物の1種類以上と深根性植物の1種類以上との組み合せ；浅根性植物の1種類以上と深根性植物の1種類以上との組み合せ；地被植物の1種類以上と浅根性植物の1種類以上との組み合せ等の組み合わせで植栽すれば、表層土、中層土及び／又は深層土の重金属類含有土壤を浄化することができる。好ましくは、重金属類含有土壤における重金属類の分布深度に合わせて、中層土までの分布の場合には地被植物と浅根性植物との組み合せを、深層土までの分布の場合には地被植物と浅根性植物と深根性植物との組み合せを選択するのが良い。

【0015】重金属類を吸収する能力を有し、表層土に多くの根を張らせる植物（地被植物）としては、例えばシバ類、クローバー類、ダイコンドラ、レンゲ、バーベナ、ビンカ、シバザクラ、アルメリア、ナデシコ、及びこれらの近縁種を用いることができ、特にシバ類のトルフェスクが好ましい。重金属類を吸収する能力を有し、中層土に多くの根を張らせる植物（浅根性植物）としては、例えばニチニチソウ、ヨモギ、ススキ、サルビア、クレオメ、ハツユキソウ、ウェデリア、コスモス、ホウキギ、ヒマワリ、ソルガム、デントコーン、トキワマンサク、ミヤギノハギ、ブッダレア、フダンソウ、ムギ類、スターチス、インドカラシ、グンバイナズナ、アブラナ、セイヨウミヤコグサ、オオキンケイギク、エニシダ、オオマツヨイグサ、クマザサ、フッキソウ、ヘデラ類、ヒペリカム、アベリア、クチナシ、ハマギク、ギヨリュウバイ、ヘビノネゴザ、及びこれらの近縁種を用いることができ、特にソルガム、ヒマワリ、アブラナが好ましい。重金属類を吸収する能力を有し、深層土にまで根を伸長する植物（深根性植物）としては、例えばタンボポ、イタチハギ、イタドリ、セイタカアワダチソウ、オオテンニンギク、イッサイサルスベリ、リョウブ、ヤシャブシ、ヤマハンノキ、ニセアカシア、ポプラ、スイートピー、キヨウチクトウ、及びこれらの近縁種を用いることができ、特にリョウブが好ましい。

【0016】なお、以上の植物において、近縁種とは、分類学的に近縁で、遺伝的特性が近い植物種を意味し、例えば同じ属に属する種や属内雜種は近縁種に含まれる。また、所属する属は異なっていても遺伝的に近縁で、交配によって属間雜種が作出できる種も近縁種に含まれる。

【0017】次に、(2)生育時期が異なる少なくとも2種類以上の植物を組み合わせる場合について説明する。植物は大きく分けて常緑樹、常緑多年草、落葉樹、宿根草、春蒔き1年草(2年草を含む)、秋蒔き1年草(2年草を含む)に分類することができる。このうち、落葉樹、宿根草及び春蒔き1年草は、春季から夏季にかけて旺盛な生育を示すが、秋季から冬季には枯死又は落葉により生育しないか生育を停止する。秋蒔き1年草

は、秋季及び春季の早い時期に旺盛な生育を示すが、春季の開花後は生育を停止し、やがて枯死する。一方、常緑樹及び常緑多年草は、秋季から冬季にかけても生育することが可能であるが、春季、及び春季から夏季にかけての生育は秋蒔き1年草や落葉樹、宿根草及び春蒔き1年草ほど旺盛ではない。

【0018】重金属類含有土壌においてファイトメディエーションを実施するにあたって、落葉樹、宿根草又は春蒔き1年草のいずれか1種の植物を用いた場合、秋季から冬季にかけての浄化が行われない。秋蒔き1年草を用いた場合、夏季の浄化が行われない。また、常緑樹又は常緑多年草のいずれか1種を用いた場合には、春季から夏季にかけての浄化が十分に達成できない。従って、主な生育時期が異なる2種類以上の植物、例えば常緑樹又は常緑多年草に属する植物の1種類以上と、落葉樹、宿根草及び春蒔き1年草に属する植物から選択される1種類以上との組み合せ；常緑樹又は常緑多年草に属する植物の1種類以上と、秋蒔き1年草に属する植物の1種類以上との組み合せ；落葉樹、宿根草及び春蒔き1年草に属する植物から選択される1種類以上と、秋蒔き1年草に属する植物の1種類以上との組み合せ；常緑樹又は常緑多年草に属する植物の1種類以上と、落葉樹、宿根草及び春蒔き1年草に属する植物から選択される1種類以上と、秋蒔き1年草に属する植物の1種類以上との組み合せ等の組み合せで植栽すれば、周年浄化処理が可能となり、浄化効果を向上させることができる。

【0019】重金属類を吸収する能力を有し、常緑樹に属する植物としては、例えばトキワマンサク、エニシダ、ヘデラ類、ヒペリカム、アベリア、クチナシ、ギヨリュウバイ、ハイビャクシン、キヨウチクトウ、及びこれらの近縁種を用いることができ、特にギヨリュウバイが好ましい。重金属類を吸収する能力を有し、常緑多年草に属する植物としては、例えばクローバー類、ダイコンドラ、ビンカ、シバザクラ、洋シバ類、アルメリア、ナデシコ、セイヨウミヤコグサ、オオキンケイギク、クマザサ、フッキソウ、ハマギク、オオテンニンギク、及びこれらの近縁種を用いることができ、特に洋シバ類のトールフェスク、ナデシコが好ましい。重金属類を吸収する能力を有し、落葉樹に属する植物としては、例えばミヤギノハギ、ブッドレア、リョウブ、イタチハギ、イッサイサルスベリ、ヤシャブシ、シラカバ、ヤマハンノキ、ニセアカシア、ポプラ、ヤナギ、及びこれらの近縁種を用いることができ、特にリョウブが好ましい。

【0020】重金属類を吸収する能力を有し、宿根草に属する植物としては、例えば日本シバ類、宿根バーベナ、ウェデリア、ヨモギ、スキ、オオマツヨイグサ、スターチス、タンポポ、イタドリ、セイタカアワダチソウ、ヘビノネゴザ、及びこれらの近縁種を用いることができ、特にイタドリが好ましい。重金属類を吸収する能力を有し、春蒔き1年草に属する植物としては、例えば

バーベナ、サルビア、クレオメ、ハツユキソウ、ニチニチソウ、コスモス、ホウキギ、ヒマワリ、ソルガム、デントコーン、及びこれらの近縁種を用いることができ、特にヒマワリ、ソルガムが好ましい。重金属類を吸収する能力を有し、秋蒔き1年草に属する植物としては、例えばレンゲ、インドカラシ、アブラナ、グンバイナズナ、フダンソウ、スイートピー、ムギ類、及びこれらの近縁種を用いることができ、特にアブラナが好ましい。

【0021】なお、以上の植物において、近縁種とは、分類学的に近縁で、遺伝的特性が近い植物種を意味し、例えば同じ属に属する種や属内雑種は近縁種に含まれる。また、所属する属は異なっていても遺伝的に近縁で、交配によって属間雑種が作出できる種も近縁種に含まれる。

【0022】本発明においては、上記のような2種類以上の組み合せの植物を、播種又は定植により、対象土壌に植栽する。播種方法は特に制限されないが、均一にばらまき播種するのが好ましく、また、定植方法も特に制限されず、通常の定植方法により植え付けを行なえば良い。播種又は定植の際には、必要に応じて、浄化対象土壌の表面を耕したり、施肥、灌水をしても良い。

【0023】本発明において、重金属類を吸収する能力を有する植物を播種又は定植により植栽するにあたっては、処理開始後速やかに浄化効果を上げるため、単位面積当たりの播種量及び定植量、すなわち植栽密度は、単位面積当たりの植物体収量が最大になる植栽密度が好ましい。例えば、Gは1m²当たりの植物希望生育本数、Sは純度100%の種子1g当たりの種子の粒数、Pは播種しようとする種子製品の純度(%)、Rは浄化しようとする土壌での播種しようとする種子の発芽率(%)とした場合、式：G / (S × (P / 100) × (R / 100))により求められる量の種子を播種するか；あるいはGは1m²当たりの植物希望生育本数、Rは浄化しようとする土壌での定植しようとする苗の生存率(%)とした場合、式：G / (R / 100)により求められる量の苗を定植するのが好ましい。より具体的には、播種を行なうトールフェスクの場合、Gは1000～2000本、苗を定植するリョウブの場合、Gは4～45本が好ましく、通常の綠化を目的とした植栽密度よりも高めに設定するのが好ましい。

【0024】植物の栽培は、通常の方法により行なえば良く、必要に応じて、施肥、灌水、除草剤及びその他の薬剤の散布等を行なっても良い。栽培後、植物体の収穫は、通常の方法により行なえば良く、例えば地上部のみ刈り取る、根から引き抜く等のいずれでも良いが、根から引き抜くのが好ましい。

【0025】

【発明の効果】本発明によれば、重金属類含有土壌を効率良くかつ確実に浄化することができ、しかも、土地や土の性状等を損なうことなく、再利用にも有利であ

る。

【0026】

【実施例】次に、実施例を挙げて本発明を更に詳細に説明するが、本発明はこれらにより何ら制限されるものではない。

【0027】実施例1

赤玉土とピートモスを容積比で8：2になるよう混合し、これに硝酸鉛（関東化学社製、試薬1級）の水溶液を鉛重量で1000mg/kgになるよう、添加、攪拌混合して、鉛含有土壌を調製した。この鉛含有土壌の調製直後の鉛溶出量は、0.104mg/Lであった。

【0028】また、赤玉土とピートモスを容積比で8：2になるよう混合し、これに硝酸カドミウム（関東化学社製、試薬1級）の水溶液をカドミウム重量で20mg/kgになるよう、添加、攪拌混合して、カドミウム含有土壌を調製した。このカドミウム含有土壌の調製直後のカドミウム溶出量は、0.078mg/Lであった。

【0029】さらに、赤玉土とピートモスを容積比で8：2になるよう混合し、これに硫酸水溶液（和光純薬

社製）をヒ素重量で100mg/kgになるよう、添加、攪拌混合して、ヒ素含有土壌を調製した。このヒ素含有土壌の調製直後のヒ素溶出量は、0.065mg/Lであった。

【0030】調製した各重金属含有土壌を、広さが1m×1m、深さが50cmのビニールシートを敷き込んだ植栽箱に充填し、表1に示す植物を組み合せて播種又は定植し、これに適宜液肥及び灌水を施し、6ヶ月間温室内で栽培管理した。6ヶ月間栽培後、植栽箱から各深さごと（10cm刻み）の土壌を採取して、平成3年環境庁告示第46号に記載の方法により、重金属類含有土壌からの重金属類の溶出量を測定した。結果を表1に示す。

【0031】比較例1

実施例1と同様の重金属含有土壌を用い、表1に示す各々単一の植物を播種又は定植し、実施例1と同様に栽培し、重金属類の溶出量を測定した。結果を表1に併せて示す。

【0032】

【表1】

	重金属 属種	植物名 土壌深度(cm)	重金属溶出量 (mg/L)					
			0-10	10-20	20-30	30-40	40-50	0-50
実施例1	Pb	トールフェスク ヒマワリ	0.002	0.003	0.007	0.009	0.024	0.009
		トールフェスク リョウブ	0.003	0.007	0.008	0.008	0.009	0.007
		トールフェスク ヒマワリ リョウブ	0.001	0.004	0.006	0.009	0.009	0.006
	Cd	トールフェスク ヒマワリ	0.003	0.004	0.007	0.010	0.025	0.010
		トールフェスク リョウブ	0.002	0.008	0.008	0.007	0.009	0.007
		トールフェスク ヒマワリ リョウブ	0.001	0.004	0.006	0.008	0.009	0.006
	As	トールフェスク ヒマワリ	0.001	0.002	0.008	0.010	0.031	0.010
		トールフェスク リョウブ	0.002	0.006	0.010	0.012	0.010	0.008
		トールフェスク ヒマワリ リョウブ	0.001	0.004	0.006	0.009	0.010	0.006
比較例1	Pb	トールフェスク	0.002	0.009	0.023	0.042	0.050	0.025
		ヒマワリ	0.010	0.001	0.007	0.012	0.027	0.012
		リョウブ	0.026	0.011	0.009	0.007	0.008	0.012
		無植栽	0.049	0.052	0.050	0.046	0.048	0.049
	Cd	トールフェスク	0.003	0.008	0.021	0.045	0.052	0.026
		ヒマワリ	0.014	0.001	0.006	0.010	0.031	0.012
		リョウブ	0.024	0.012	0.008	0.006	0.009	0.012
		無植栽	0.055	0.057	0.054	0.051	0.049	0.053
	As	トールフェスク	0.001	0.007	0.024	0.048	0.058	0.028
		ヒマワリ	0.009	0.002	0.008	0.014	0.036	0.014
		リョウブ	0.021	0.009	0.011	0.012	0.016	0.014
		無植栽	0.035	0.039	0.048	0.051	0.058	0.046

【0033】実施例2

実施例1と同様の重金属含有土壌を用い、表2に示す植物を組み合せて播種又は定植し、これに適宜液肥及び灌水を施し、1年間栽培管理した。1年間栽培後、植栽箱から植物体を抜き取って除去し、残った土壌を採取して、実施例1と同様にして重金属類の溶出量を測定した。結果を表2に示す。

【0034】比較例2

実施例2と同様にして、表2に示す各々単一の植物を播種又は定植し、実施例2と同様に栽培し、重金属類の溶出量を測定した。結果を表2に併せて示す。

【0035】

【表2】

	植物名	重金属溶出量 (mg/L)		
		鉛	カドミウム	ヒ素
実施例 2	トールフェスク ヒマワリ	0. 007	0. 008	0. 007
	ヒマワリ アブラナ	0. 009	0. 009	0. 008
	アブラナ トールフェスク	0. 008	0. 009	0. 008
	トールフェスク ヒマワリ アブラナ	0. 002	0. 003	0. 005
比較例 2	トールフェスク	0. 018	0. 020	0. 024
	ヒマワリ	0. 012	0. 012	0. 014
	アブラナ	0. 026	0. 021	0. 024
	無植栽	0. 049	0. 054	0. 046

フロントページの続き

(72)発明者 神谷 隆

千葉県佐倉市大作二丁目4番2号 太平洋
セメント株式会社佐倉研究所内

(72)発明者 丸田 俊久

千葉県佐倉市大作二丁目4番2号 太平洋
セメント株式会社佐倉研究所内

(72)発明者 久保田 正亞

茨城県稲敷郡阿見町大字若栗1370
F ターム(参考) 2E191 BA02 BB01 BC05 BD20
4D004 AA41 AB03 CA17 CC07 CC15